

## Kaitan antara karakteristik pantai Provinsi Sumatera Barat dengan potensi kerawanan tsunami

YUDHICARA

Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Jl. Diponegoro 57 Bandung

### SARI

Pantai Provinsi Sumatera Barat memiliki dua tipe pantai, yaitu Tipe 1: pantai landai berpasir, dan Tipe 2: pantai curam berbatu. Pantai landai berpasir dengan bentuk garis pantai memanjang tanpa lekukan seperti di pantai antara Kota Padang dengan Air Bangis dan antara Pasir Ganting dengan Salido akan berpotensi terlanda gelombang tsunami lebih rendah dibandingkan dengan pantai curam yang berbentuk teluk (Teluk Kasai, Teluk Kabung, Teluk Batung, dan Teluk Nibung).

Pantai Gosong di Pariaman pada tipe pantai landai memiliki sudut kemiringan bibir pantai tinggi ( $21^\circ$ ) sedangkan di daerah teluk seperti pantai Sungai Beramas, Teluk Kasai, Teluk Kabung, Nibung, dan Batung yang termasuk ke dalam pantai tipe curam berbatu memiliki sudut kemiringan bibir pantai rendah antara  $3^\circ$  hingga  $5^\circ$ . Landaan genangan tsunami maksimum diperkirakan terjadi pada pantai tipe landai berpasir (Tipe 1), terutama di utara daerah penelitian, yaitu di Kecamatan Pasaman dan Pasir Pariaman. Sementara itu, ketinggian maksimum diperkirakan terjadi di bagian tengah daerah penelitian, yaitu di daerah pantai berbentuk teluk yang merupakan pantai tipe curam berbatu (Tipe 2). Gelombang tsunami diasumsikan akan lebih dulu tiba di ujung selatan daerah penelitian, yaitu dekat Muko-muko (Bengkulu).

Beda tinggi maksimum terhadap permukaan laut dijumpai di daerah Tabai - Pariaman sebesar 5,394 m, sedangkan beda tinggi minimum dijumpai di daerah Carocok Anau sebesar 1,821 m. Letak pemukiman terdekat terukur dari duduk tengah muka laut berkisar antara 119 m hingga 173 m.

Kasus terburuk dari pemodelan tsunami menghasilkan ketinggian maksimum tsunami sebesar kurang lebih 32 m, dan dijadikan acuan untuk menentukan zonasi rawan bencana tsunami di daerah penelitian menjadi zona rawan tinggi, menengah, dan rendah.

**Kata kunci:** Karakteristik Pantai, Zonasi Rawan Bencana Tsunami

### ABSTRACT

*The coast of West Sumatera Province has two types of beaches: low lying sandy beach and steep rocky beach. Straight shoreline beaches at Padang beach until Air Bangis at the north and between Pasir Ganting and Salido beach at the south will have a potential tsunami height lower than bay shape beaches like at Kasai Bay, Kabung Bay, Batung Bay and Nibung Bay.*

*A tsunami inundation will be further at a low lying area (low lying sandy beaches) compared with a coastal area which has steep slope and high relief (steep rocky beaches). Gosong beach at Pariaman which has a steep angle of beach slope will have lower tsunami height compared with a low angle beach slope like at Sungai Beramas, Kasai, Kabung, Batung and Nibung bays which have a beach slope about  $3^\circ$  to  $5^\circ$ . The maximum tsunami inundation is assumed to be located at Pasaman and Pasir Pariaman Sub-regencies, while the maximum tsunami height is assumed to be located at the middle of mapped area which has a bay shape. Tsunami is assumed to be arrived early at the southern most of mapped area or close to Muko-muko (Bengkulu).*

*The maximum height difference from sea level was found at Tabai - Pariaman about 5.394 m, while the minimum height difference was found at Carocok Anau about 1.821 m. The horizontal distance measured from the nearest building from the shoreline is about 119 to 173 m.*

*The worst case of tsunami modeling assumed that the maximum tsunami height will be about 32 m and used for reference to make tsunami prone zonation, such as high, moderate and low prone area.*

**Keywords:** Coastal characteristics, Tsunami Prone Zonation

## PENDAHULUAN

Provinsi Sumatera Barat memiliki garis pantai sepanjang lebih kurang 375 km, berupa dataran rendah sebagai bagian dari gugus kepulauan busur muka. Perairan barat Sumatera memiliki kondisi tektonik aktif, karena merupakan bagian dari pertemuan antara Lempeng Indo-Australia dengan Lempeng Eurasia yang dicirikan oleh kegempaan aktif. Gempa-gempa besar (di atas Mw7) yang berpusat di dasar laut sering terjadi di wilayah ini dengan kedalaman relatif dangkal.

Gempa-gempa yang sering menimbulkan tsunami di perairan barat Sumatera tersebut perlu diwaspadai, terutama di kawasan pantai yang padat penduduk.

Karakteristik pantai merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi besar kecilnya bencana tsunami dan risiko yang ditimbulkan. Pemetaan karakteristik pantai merupakan salah satu kegiatan yang bertujuan menentukan daerah rawan.

Pemetaan karakteristik pantai yang dikombinasikan dengan pemodelan tsunami merupakan acuan dalam penentuan zona kawasan rawan bencana tsunami. Kawasan rawan bencana tsunami tersebut dapat dijadikan informasi dasar dalam perencanaan dan pengembangan kawasan pantai, khususnya di daerah sepanjang pantai Provinsi Sumatera Barat sebagai bentuk upaya mitigasi untuk memperkecil risiko bencana tsunami di masa yang akan datang.

Lokasi pemetaan sepanjang pantai termasuk ke dalam Provinsi Sumatera Barat, dan meliputi dua kota dan empat kabupaten, yaitu Kota Padang, Kota Pariaman, Kabupaten Pesisir Selatan, Kabupaten Agam, Kabupaten Pasaman Barat, dan Kabupaten Padang-Pariaman.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian terdiri atas:

- Penentuan posisi dilakukan untuk menentukan titik pengamatan karakteristik pantai sepanjang daerah penelitian.
- Pengamatan karakteristik pantai dilakukan secara visual sepanjang pantai daerah penelitian dengan mengamati antara lain bentuk garis pantai, geologi, morfologi dan relief, proses dinamika

pantai, kemiringan bibir pantai, vegetasi penutup, tata guna lahan, keberadaan proteksi pantai baik alami maupun buatan, dan kependudukan beserta aktivitasnya sepanjang pantai.

- Pengukuran penampang lateral pantai dilakukan untuk mendapatkan profil pantai secara horizontal, terutama lahan pemukiman dan bangunan yang digunakan oleh banyak orang, sebagai aspek potensi resiko bencana yang ditimbulkan oleh tsunami.
- Analisis kedalaman dasar laut dan topografi darat untuk mendapatkan pengaruh kecepatan, waktu tiba di daratan dan besar kecil amplitudo gelombang tsunami.
- Pemodelan tsunami yang memasukkan input parameter kegempaan beserta input data kedalaman dasar laut dan topografi darat untuk mengetahui estimasi ketinggian dan jangkauan tsunami ke darat, sebagai acuan dalam membuat zona rawan tsunami.

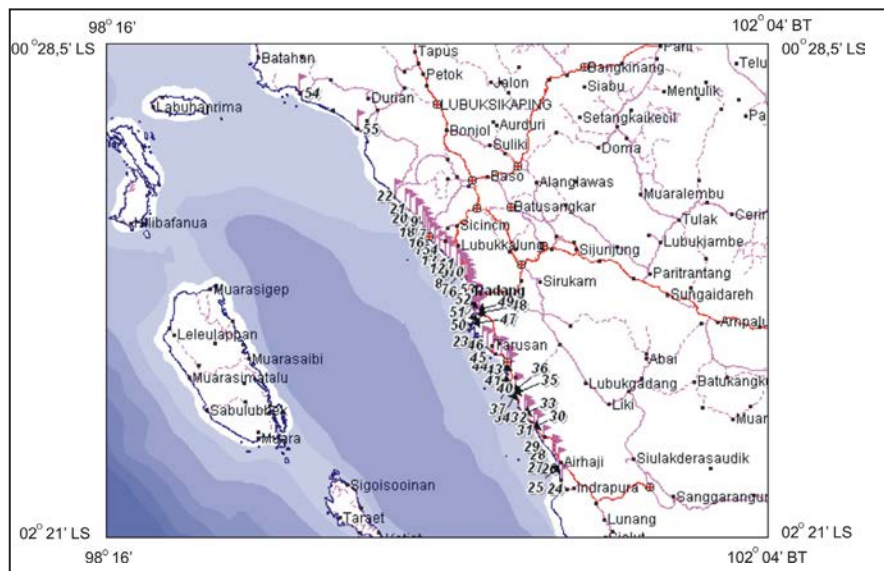
## HASIL PENELITIAN

### Karakteristik Pantai

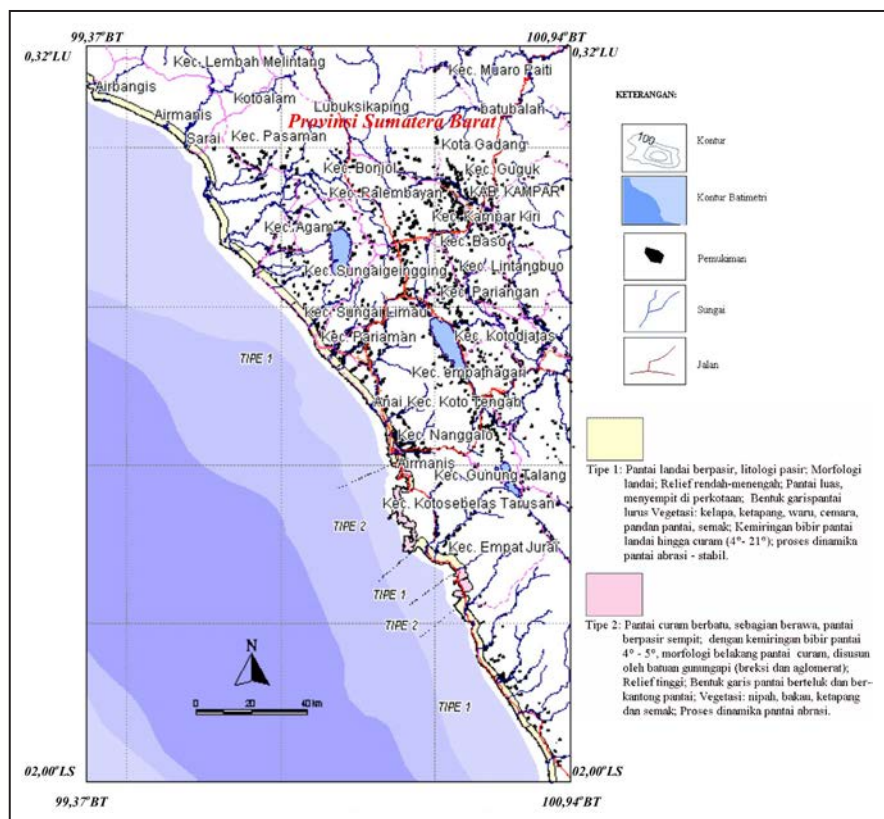
Pemetaan karakteristik pantai di kawasan pesisir Provinsi Sumatera Barat dilakukan secara visual mulai dari utara, yaitu pantai Air Bangis secara menerus ke arah selatan hingga Pasir Ganting (Gambar 1), dengan memperhatikan berbagai aspek yang dianggap mempengaruhi pengelompokan tipe pantai (Dolan dr., 1975), seperti: litologi penyusun pantai, material rombakan (endapan dominan pantai), kemiringan (relief) pantai, karakter garis pantai, dan proses hidro-oseanografi yang menyertai proses dinamika pantai. Pemetaan karakteristik pantai ini menghasilkan gambaran umum kondisi wilayah pesisir secara geologis dengan seluruh karakternya (Gambar 2). Berdasarkan hasil pengelompokan karakteristik pantai tersebut, maka daerah penelitian dapat dibagi menjadi dua tipe pantai (Gambar 2), yaitu:

#### *Tipe 1 (Pantai Landai Berpasir)*

Pantai Landai Berpasir dijumpai sepanjang pantai Sumatera Barat, dari pantai kota Padang hingga ke ujung utara daerah penelitian yaitu Air Bangis (Gambar 3), kemudian dari ujung selatan daerah penelitian yaitu pantai Pasir Ganting hingga pantai Salido (Gambar 4). Pantai Tipe 1 tersusun oleh



Gambar 1. Lokasi penelitian dan titik pengamatan.



Gambar 2. Peta karakteristik pantai Provinsi Sumatera Barat.

endapan pasir halus hingga kasar berwarna kuning kecoklatan hingga keabu-abuan. Sumbernya diduga berasal dari darat (*terrigenous*), memiliki kompo-

sisi mineral kuarsa, feldspar dan plagioklas, sebagian besar mengandung fragmen cangkang moluska.

Umumnya pantai Tipe 1 memiliki morfologi



Gambar 3. Pantai Tipe 1 yang mewakili bagian utara daerah penelitian, Pantai Arta/Air Bangis (kiri), Pantai Gosong - Pariaman (kanan).



Gambar 4. Pantai Tipe 1 yang mewakili bagian selatan daerah penelitian, Pantai Lakua-Desa Lengayang (kiri), Pantai Salido (kanan).

landai dengan relief rendah hingga menengah, dan memiliki pedataran pantai yang cukup luas. Namun, di beberapa tempat di perkotaan seperti pantai Kota Padang, luas pedataran menyempit, karena lahan lebih banyak dimanfaatkan sebagai pemukiman dan sarana umum lainnya.

Selanjutnya, pantai Tipe 1 ini, umumnya memiliki garis pantai lurus, dengan kemiringan bibir pantai yang landai hingga curam. Nilai minimum kemiringan  $4^\circ$  terdapat di pantai Lolong dan maksimum  $21^\circ$  dijumpai di pantai Gosong. Proses dinamika pantai yang teramati adalah abrasi seperti di pantai Kota Padang, pantai Lolong, sedangkan di tempat lainnya relatif stabil. Gumuk pasir ditemui di beberapa tempat seperti pantai Tabai di utara daerah penelitian dan pantai Sumedang di selatan daerah penelitian.

Pemanfaatan lahan antara lain sebagai tempat wisata, tempat tambat perahu nelayan, pemukiman, dan sarana umum lainnya. Jenis vegetasi penutup terdiri atas pohon kelapa, ketapang, waru, cemara, pandan

pantai, tanaman menjalar, dan semak. Di beberapa tempat seperti di pantai Naras Hilir, Pasir Baru, dan pantai Salido ditemukan penanaman pepohonan pantai seperti ketapang dan pohon cemara.

#### *Tipe 2 (Pantai Curam Berbatu)*

Pantai Tipe 2 dijumpai di pantai Lakitan, Lansano Surantih, Taratak, Biawak, daerah Teluk Kasai, Teluk Kabung, Teluk Batung, Teluk Nibung, Teluk Bungus, Sungai Beramas, Sungai Gamuruh, Carocok Anau, dan Teluk Bayur (Gambar 5). Pantai Tipe 2 ini dicirikan oleh pantai berawa, pantai berpasir yang sempit dengan kemiringan bibir pantai landai yaitu berkisar antara  $3^\circ$  hingga  $5^\circ$ .

Morfologi belakang pantai umumnya curam, merupakan tebing yang tersusun oleh batuan gunung api (breksi dan aglomerat) dengan relief yang tinggi. Pantai Tipe 2 memiliki bentuk garis pantai berteluk dan berkantong pantai. Vegetasi penutup terdiri dari nipah dan bakau, sedangkan di beberapa tempat dijumpai pula jenis waru dan ketapang. Sebagian pantai Tipe 2 sangat sempit dan di sana jarang di-





Gambar 5. Pantai Tipe 2 yang mewakili bagian selatan daerah penelitian, Pantai Teluk Nibung (kiri), Pantai Carocok Anau (kanan).

bangun pemukiman, namun di Teluk Kasai, Teluk Kabung, dan Teluk Bungus dijumpai pemukiman dengan konstruksi semipermanen yang dibangun di pinggir pantai. Sementara itu, di Carocok Anau, Teluk Bayur, dan di beberapa tempat lainnya dijumpai dermaga kapal nelayan dan kapal-kapal besar, pelabuhan Pertamina, pelabuhan perikanan, pelabuhan penyeberangan (Carocok Anau), dan pelabuhan bongkar muat barang (Teluk Bayur).

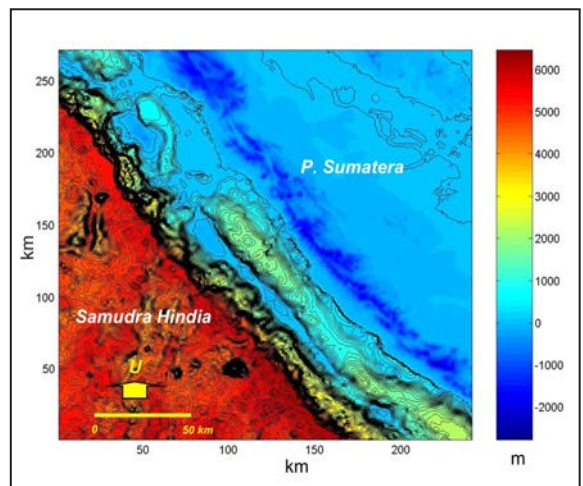
### Kondisi Morfologi, Pemukiman, dan Aktivitas Penduduk Pantai

Kondisi morfologi pantai merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi tingginya *run up* gelombang tsunami pada saat mencapai daratan. Gelombang tersebut merayap mengikuti kelandaian pantai dengan kecepatan yang relatif cepat dan menghanyutkan serta merobohkan rumah-rumah nelayan serta menyeret benda-benda sampai ke daratan.

Dari hasil pengukuran penampang *lateral* pantai menggunakan teodolit diketahui beda tinggi dataran pantai yang digunakan sebagai areal pemukiman terhadap permukaan laut (Tabel 1). Beda tinggi maksimum dijumpai di daerah Tabai-Pariaman sebesar 5,394 m, sedangkan beda tinggi minimum dijumpai di daerah Carocok Anau sebesar 1,821 m. Hal ini menunjukkan bahwa daerah Carocok Anau relatif lebih rendah dibandingkan dengan daerah lainnya di daerah penelitian. Jarak horizontal terukur menunjukkan bahwa penduduk umumnya menempati bangunan pemukiman yang sangat dekat dengan garis pantai, yaitu dalam jarak antara 119 m hingga 173 m.

### Analisis Kondisi Batimetri dan Topografi Darat

Dari hasil analisis batimetri menggunakan data ETOPO2 (Smith dan Sandwell, 1997), diketahui bahwa kondisi batimetri di perairan sekitar daerah penelitian memperlihatkan adanya perbedaan yang memisahkan antara laut dalam (merah), kepulauan busur muka, dan cekungan busur muka (Gambar 6). Karakteristik kontur batimetri memperlihatkan bahwa perairan di selatan daerah penelitian lebih rapat dibandingkan dengan di bagian utaranya. Hal ini menunjukkan bahwa gelombang tsunami akan memiliki kecepatan lebih besar dan lebih dulu tiba di lokasi tersebut (sekitar Muko-muko) dibandingkan dengan daerah lainnya. Namun ketinggian gelombang tsunami akan lebih tinggi di bagian utara daerah penelitian karena kedalaman dasar laut di daerah ini relatif lebih dangkal.



Gambar 6. Peta batimetri daerah penelitian.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Penampang Lateral Pantai Provinsi Sumatera Barat

No.	Nama Lokasi	Posisi		Beda Tinggi (m)	Jarak Horizontal (m)
		Lintang Selatan	Bujur Timur		
1.	Pantai Padang	00°57,369'	100°21,178'	4,308	123,21
2.	Pantai Purus	00°56,412'	100°21,082'	3,679	124,17
3.	Pantai Lolong	00°55,500'	100°20,985'	2,446	123,13
4.	Ulakan Karang	00°54,557'	100°20,627'	2,659	165,70
5.	Parupuk Tabing	00°53,075'	100°20,544'	3,798	125,34
6.	Pasir Sebelah	00°51,467'	100°19,784'	2,554	132,93
7.	Pasir Jambak	00°50,178'	100°18,747'	2,184	171,52
8.	Ketaping	00°45,341'	100°14,557'	4,174	163,77
9.	Gosong	00°48,226'	100°17,062'	2,871	172,58
10.	Tabai	00°43,850'	100°13,099'	5,394	144,47
11.	Ulakan	00°41,948'	100°10,949'	3,853	119,42
12.	Pasir Sunur	00°40,202'	100°09,190'	4,249	151,29
13.	Pantai Kata	00°38,899'	100°07,852'	2,908	140,83
14.	Pariaman	00°37,205'	100°06,955'	3,016	156,87
15.	Naras Hilir	00°35,272'	100°06,090'	3,885	143,71
16.	Pasir Baru	00°35,272'	100°06,090'	3,933	129,83
17.	Sungai Limau	00°31,410'	100°03,430'	3,970	137,64
18.	Pantai Arta	00°30,826'	100°02,948'	3,977	138,65
19.	Paingan/Guwung	00°28,609'	100°00,618'	2,835	125,65
20.	Batang Gassan	00°27,561'	99°59,286'	3,296	135,78
21.	Mutiara (Tiku)	00°24,289'	99°55,386'	2,505	151,94
22.	Labuhan Tanjak	01°56,829'	100°52,174'	2,322	134,88
23.	Muara Kandis	01°53,404'	100°50,723'	2,906	127,39
24.	Sumedang	01°52,340'	100°50,115'	3,464	126,71
25.	Karang Labuang	01°43,294'	100°43,531'	4,263	123,80
26.	Lakitan	01°44,638'	100°44,898'	2,215	171,87
27.	Pasar Gompong	01°40,604'	100°41,711'	3,165	145,24
28.	Taratak	01°31,175'	100°37,267'	3,216	128,07
29.	Teluk Kasai	01°26,168'	100°34,345'	5,095	160,36
30.	Teluk Pamalatan	01°23,783'	100°35,525'	2,386	141,50
31.	Biawak	01°21,913'	100°34,277'	3,233	119,01
32.	Painan	01°21,005'	100°34,318'	3,204	134,07
33.	Salido	01°18,567'	100°32,464'	3,357	140,06
34.	Api-api	01°17,894'	100°29,353'	3,194	123,79
35.	Batu Kalang	01°15,749'	100°27,477'	3,035	142,88
36.	Carocok Anau	01°14,786'	100°25,990'	1,821	116,84
37.	Sungai Pisang	01°06,953'	100°23,142'	2,052	126,79
38.	Teluk Kabung	01°03,904'	100°24,782'	2,563	141,89
39.	Teluk Bungus	01°02,754'	100°24,761'	3,169	127,72
40.	Sungai Beramas	01°00,444'	100°23,356'	2,195	139,84
41.	Teluk Nibung	00°59,885'	100°23,182'	4,162	134,84
42.	Teluk Bayur	00°59,777'	100°22,437'	2,828	124,91
43.	Air Manis	00°59,609'	100°21,833'	2,362	135,57
44.	Air Bangis	00°12,065'	99°22,646'	1,918	145,18
45.	Sasak Pasaman	00°00,522'	99°42,515'	3,259	130,98

Bagian tengah daerah penelitian yang memiliki bentuk pantai berteluk dan berkantong pantai memiliki potensi tinggi gelombang yang juga tinggi. Namun, batuan beku yang menjadi penyusun sebagian daerah ini akan meredam daya jangkau gelombang tsunami untuk mencapai daratan, sehingga jarak genangan akan lebih sempit. Sementara itu, di tempat lain yang memiliki ketinggian elevasi terhadap muka laut lebih landai akan berpotensi mengalami genangan gelombang tsunami lebih jauh ke arah darat.

### Pemodelan Tsunami

Pemodelan tsunami dilakukan dengan menggunakan sumber gempa bumi yang ditempatkan tegak lurus dengan posisi pantai Provinsi Sumatera Barat, bertepatan dengan lokasi kesenjangan seismik (*seismic gap*) berdasarkan data kegempaan yang diperoleh dari IRIS (2007). Penentuan arah jurus dilakukan berdasarkan karakteristik kontur batimetri; perajahan hiposentrum dilakukan untuk mendapatkan kedalaman bagian atas patahan dan kemiringan lapisan seismogenik; besar *slip* dihitung menggunakan kecepatan pergerakan lempeng relatif (NUVEL1); dan sudut *rake* dipilih untuk kasus mekanisme sesar naik. Berdasarkan perhitungan-perhitungan tersebut diperoleh parameter gempa sebagai berikut: jurus =  $326^\circ$ , kemiringan =  $15^\circ$ , *slip* = 20 m, *rake* =  $90^\circ$ , kedalaman patahan = 15

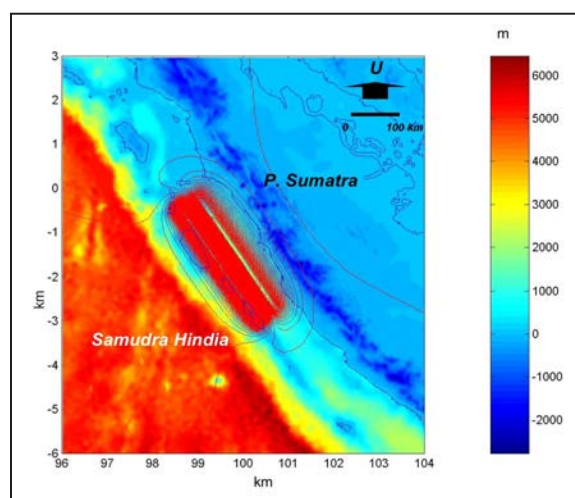
km, panjang patahan = 350 km, lebar patahan = 50 km, dan koordinat *Cartesian* titik acuan  $x = 130$  dan  $y = 91$ .

Hasil perhitungan deformasi lantai samudra berdasarkan parameter gempa di atas, menunjukkan bahwa bagian barat (gugusan kepulauan busur muka) mengalami pengangkatan, dan bagian timur-laut (dataran pantai Sumatera Barat) mengalami penurunan (Gambar 7).

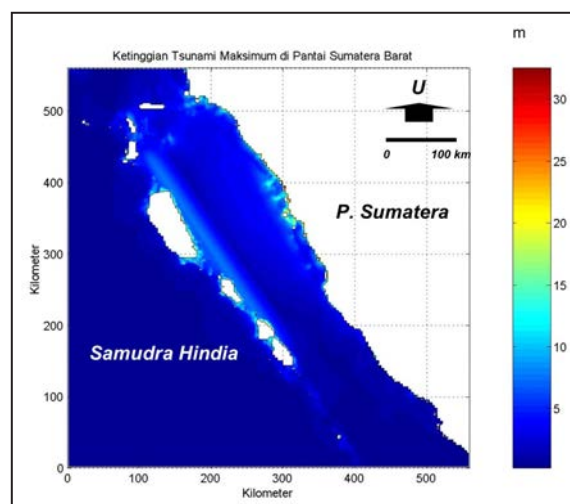
Ketinggian tsunami maksimum hasil perhitungan sebesar 32 m terdapat di bagian tengah daerah penelitian, khususnya pada pantai berteluk (Gambar 8). Hasil pemodelan memperlihatkan bahwa gelombang pertama tiba pada waktu menit ke-40 di selatan daerah penelitian, sedangkan pada menit ke-80 gelombang mencapai pantai Pariaman, menit ke-100 gelombang mencapai Kota Padang dan merata di hampir seluruh daerah penelitian. Jarak jangkauan tsunami mencapai maksimum di bagian utara daerah penelitian, antara lain di Kecamatan Pasaman dan Pasir Pariaman. Hasil perhitungan tsunami ini menjadi acuan dalam membuat zonasi rawan bencana tsunami di daerah penelitian.

### POTENSI BAHAYA TSUNAMI

Gelombang tsunami yang dipengaruhi oleh geometri pantai (arah *lateral*); dijumpai di daerah penelitian, seperti sepanjang pantai antara pantai



Gambar 7. Kondisi awal deformasi lantai samudra yang mengalami pengangkatan terdapat di bagian barat daya, sedangkan bagian yang mengalami penurunan adalah bagian timur laut.



Gambar 8. Ketinggian tsunami maksimum di pantai Provinsi Sumatera Barat.

Kota Padang hingga pantai Air Bangis dan antara Pasir Ganting hingga pantai Salido. Di daerah seperti ini, gelombang lebih rendah bila dibandingkan dengan gelombang tsunami di pantai berteluk seperti di Teluk Kasai, Teluk Kabung, Teluk Batung, dan Teluk Nibung.

Selanjutnya, kelayakan pantai (arah vertikal) juga sangat berpengaruh terhadap potensi gelombang tsunami. Gelombang tsunami akan semakin besar dan bertambah pada daerah pantai yang relatif landai dengan kemiringan bibir pantai yang kecil dibandingkan dengan pantai yang relatif dalam dan curam atau yang memiliki kemiringan bibir pantai yang lebih besar. Pantai Sungai Beramas, Teluk Kasai, Teluk Kabung, Nibung, dan Batung yang memiliki kemiringan paras pantai antara 3° hingga 5° (Gambar 5b; Tabel 2) akan mengalami jangkauan tsunami lenih kuat dan jauh mencapai daratan, dibandingkan dengan di lokasi lainnya yang memiliki kemiringan pantai lebih curam (21°), seperti yang dimiliki oleh Pantai Gosong di Pariaman (Gambar 3b; Tabel 2).

### Zona Kerawanan

Zona kerawanan bencana tsunami di daerah kajian, tingkatannya dapat dibagi atas tinggi, menengah, dan

rendah, seperti tersaji dalam Gambar 9.

#### *Zona Kerawanan Tinggi*

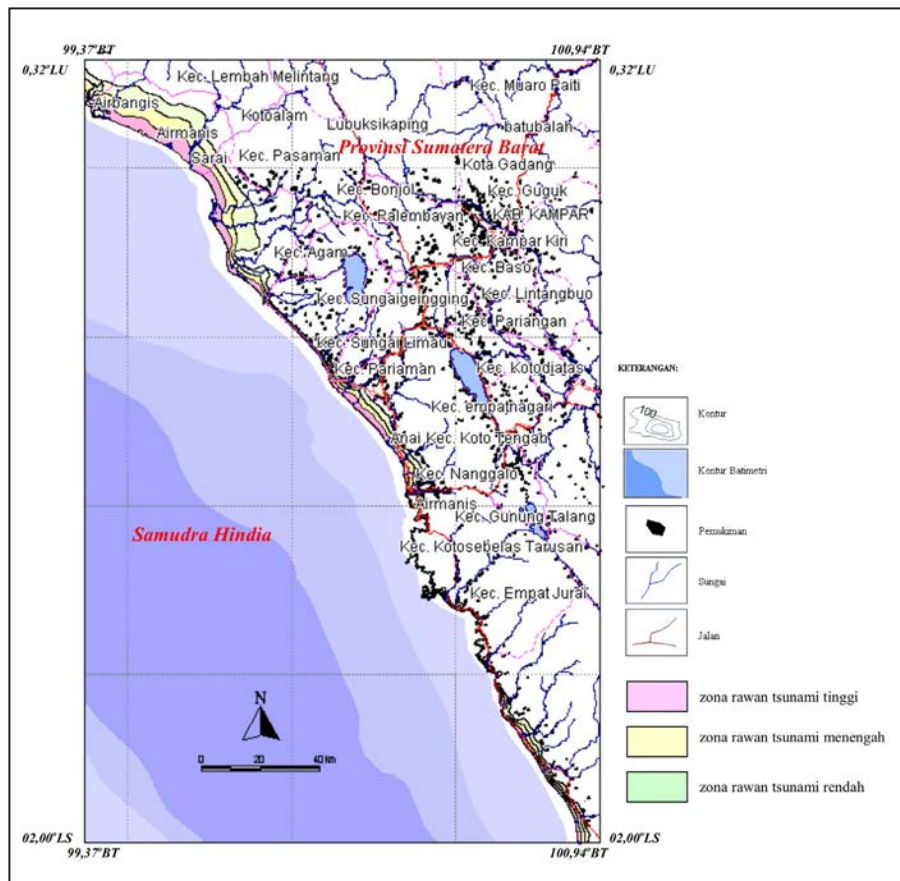
Zona kerawanan tinggi merupakan daerah yang berpotensi paling besar dalam hal kerusakan atau kehancuran aset yang akan ditimbulkan apabila terlanda tsunami serta memiliki ancaman terhadap risiko keselamatan penduduk yang lebih parah. Karakteristik pantai di zona ini ditandai oleh pantai landai berpasir dengan morfologi landai, relief rendah, sebagian berawa bakau dan nipah. Bentuk pantai sebagian berteluk dan sebagian berbentuk pantai lurus. Pemukiman dan aktivitas penduduk pada zona ini cukup padat dengan jarak dari garis pantai kurang dari 50 m, dengan dataran pantai yang luas.

Elevasi daratan yang sangat landai terhadap permukaan laut dalam jarak lebih dari 100 m dari garis pantai, menyebabkan wilayah ini memiliki jangkauan gelombang tsunami yang akan jauh mencapai daratan. Zona kerawanan tinggi meliputi sepanjang daerah penelitian dengan nilai kontur ketinggian kurang dari 10 m. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, daerah yang memiliki potensi terparah dalam Zona 1, yakni sepanjang pantai Kota Padang dan sekitarnya. Zona ini berpenduduk padat dan ditempati oleh banyak sarana dan prasarana penting.

Tabel 2. Kemiringan Bibir Pantai Provinsi Sumatera Barat

Nama Lokasi	Kemiringan Bibir Pantai (°)	Nama Lokasi	Kemiringan Bibir Pantai (°)
Padang	5	Muara Kandis	13
Purus	8	Sumedang	6
Lolong	4	Pelangai Lamo	6
Parupuk Tabing	17	Karang Labuang	14
Pasir Sebelah	7	Pasar Gompong	5
Pasir Jambak	12	Lakua	5
Kataping	14	Tanjung Alai	16
Gosong	21	Taratak	5
Ulakan	10	Teluk Kasai	5
Sunur	11	Pamalatan	4
Kata	6	Sungai Nipah	4
Pariaman	5	Biawak	5
Naras Hilir	11	Painan	14
Pasir Baru	5	Salido	15
Sungai Limau	9	Batu Kalang	11
Paingan	8	Carocok Anau	5
Batang Gasan	8	Sungai Pisang	4
Mutiara (Tiku)	7	Teluk Kabung	5
Sasak	10	Teluk Bungus	7
Air Bangis	10	Sungai Beramas	3
Labuhan Tanjak	7	Teluk Nibung	6





Gambar 9. Peta potensi rawan bencana tsunami, di pantai Provinsi Sumatera Barat.

Jarak jangkauan tsunami maksimum untuk kasus terburuk mencapai hingga sekitar 10 km dari garis pantai (misalnya di Pasir Pariaman dan Pasaman).

#### *Zona Kerawanan Menengah*

Zona kerawanan menengah adalah daerah dengan potensi landaan tsunami lebih kecil dari zona kerawanan tinggi. Zona ini relatif memiliki potensi kerusakan aset relatif kecil dibandingkan dengan daerah zona kerawanan tinggi. Zona kerawanan menengah meliputi garis ketinggian ketinggian 10 hingga 15 m dengan kemiringan lereng cukup terjal, serta jarak jangkauan maksimum ke arah darat mencapai lebih kurang 16 km dari garis pantai (atau 6 km dari batas zona kerawanan tinggi).

#### *Zona Kerawanan Rendah*

Zona kerawanan rendah adalah daerah yang memiliki potensi kerusakan paling kecil dibandingkan dengan zona lainnya. Zona ini dapat dijadikan

tujuan evakuasi dan lokasi pengungsian apabila terjadi tsunami. Zona kerawanan rendah meliputi daerah dengan garis ketinggian di atas 15 hingga 30 m dari permukaan laut. Wilayah pesisir dengan morfologi curam dan relief tinggi dalam arti berbukit dapat menjadi lokasi yang aman untuk evakuasi dan lokasi pengungsian. Pada zona ini jarak jangkauan tsunami dari garis pantai mencapai sekitar 25 km (atau sekitar 9 km dari batas zona kerawanan menengah).

### **UPAYA MITIGASI**

Upaya mitigasi yang dilaksanakan, yakni pembuatan jalur hijau dan pelindung pantai buatan.

#### **Jalur Hijau**

Sepanjang pantai di daerah penelitian dijumpai



Gambar 10. Tanaman yang bisa ditanam di wilayah pantai, pohon ketapang (kiri), Cemara Pantai (kanan).

penanaman pepohonan keras, seperti pohon ketapang (Gambar 10a), waru, dan cemara pantai (Gambar 10b), seperti yang dijumpai antara lain di pantai Kataping, Naras Hilir, dan pantai Pasir Baru (Birik-birik). Keberadaan jalur hijau tersebut dapat berfungsi sebagai pelindung pantai. Selain dapat mengurangi proses abrasi pantai dan mempertahankan keberadaan sedimen penyusun pantai; keberadaan jalur hijau tersebut dapat pula menjadi penahan (*buffer*) terhadap energi gelombang tsunami serta mengurangi laju benda-benda pantai yang terbawa oleh gelombang tsunami, sehingga mengurangi risiko kerusakan yang dapat terjadi akibat tsunami.

### Pelindung Pantai Buatan

Dinding pantai dan pemecah gelombang dibangun sepanjang pantai di beberapa tempat di daerah penelitian, dengan tujuan untuk mengamankan wilayah pantai, pemukiman dan bangunan lainnya dari abrasi akibat hempasan ombak dan arus sepanjang pantai (*longshore current*) seperti yang dijumpai, sepanjang pantai Kota Padang, Purus, dan Lolong (Gambar 11 dan 12), dan beberapa tempat lainnya, seperti pantai Pariaman. Konstruksi bangunan pelindung pantai di daerah penelitian ini kurang begitu memadai, karena terbuat dari tumpukan bongkah batuan yang tidak terikat kuat dengan ketinggian yang sangat rendah, yakni 1 - 1,5 m



Gambar 11. Pemecah gelombang di pantai Lolong (kiri), dan Ulak Karang (kanan).



Gambar 12. Dinding pantai di daerah Purus, Kota Padang (kiri) dan Ulak Karang (kanan).

(Gambar 11 dan 12). Akan lebih baik apabila bongkah-bongkah batuan tersebut terikat secara kuat, misalnya dengan borong kawat atau konstruksi beton yang kokoh, sehingga apabila dilanda tsunami, selain dapat meredam gelombang, keberadaannya tidak akan menimbulkan bencana baru. Bongkah-bongkah batuan yang lepas akan dengan mudah terbawa oleh gelombang tsunami yang kuat dan menjadi alat penghancur yang sangat mematikan apabila menimpa rumah-rumah penduduk dan alat pembunuh yang sangat berbahaya apabila menimpa manusia. Dinding pantai akan lebih efektif apabila dibuat lebih tinggi untuk mengantisipasi tinggi gelombang, dan sedikitnya akan membelokkan gelombang sehingga akan memperkecil dampak kerusakan yang ditimbulkannya.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

- Pantai Provinsi Sumatera Barat memperlihatkan dua tipe pantai, yakni pantai landai berpasir (Tipe 1), dan pantai curam berbatu (Tipe 2).
- Karakteristik tipe pantai ini, di pantai Provinsi Sumatera Barat dapat mewakili besar kecilnya tingkat kerawanan terhadap bahaya tsunami.
- Daerah berpotensi terlanda tsunami maksimum akan dialami oleh tipe pantai landai berpasir bersudut kemiringan tinggi, sedangkan potensi ketinggian tsunami maksimum akan dialami oleh tipe pantai curam berbatu yang memiliki sudut kemiringan bibir pantai

rendah.

- Parameter yang mempengaruhi besarnya tingkat kerawanan terhadap tsunami di pesisir Sumatera Barat, antara lain: letak pemukiman yang sangat dekat dengan garis pantai, kepadatan penduduk beserta segala aktivitasnya yang berada dekat garis pantai, morfologi pantai yang sangat landai dan luas, keberadaan pelindung pantai yang kurang memadai, bahan pembangun dinding pantai dan pemecah gelombang yang bersifat lepas, akan menjadi bahaya baru apabila terjadi tsunami, dan masih kurangnya kesiapan sarana dan prasarana untuk mengantisipasi bahaya tsunami, seperti rute-rute penyelamatan dan lokasi serta tempat pengungsian;.
- Berdasarkan kombinasi karakteristik pantai daerah penelitian dengan hasil pemodelan menggunakan sumber gempa, maka tingkat kerawanan tsunami dapat dibagi menjadi Zona Kerawanan Tinggi, Zona Kerawanan Menengah dan Zona Kerawanan Rendah.

### Saran

- Pemukiman di zona kerawanan tinggi perlu ditingkatkan perlindungannya, yakni dengan membuat jalur hijau dan membuat pelindung buatan yang kokoh dan kuat.
- Pada pantai dengan morfologi landai berrelief rendah, jarak pemukiman dari garis pantai sebaiknya paling tidak 200 - 300 m atau lebih, dan antara pemukiman dan garis pantai dibuat jalur hijau.
- Di kawasan pantai sebaiknya dipasang papan peringatan supaya pengunjung (wisatawan)

waspada terhadap surut laut tiba-tiba dan gelombang besar yang sewaktu-waktu dapat terjadi.

- Pelindung alami seperti vegetasi (pohon dan tanaman pantai), terumbu karang, dan pulau-pulau kecil di hadapan pantai, gumuk-gumuk pasir dan lainnya harus dipelihara dan dilestarikan supaya tidak rusak.
- Penataan kawasan pantai diperlukan dengan ketentuan-ketentuan di atas dan upaya mitigasi harus diupayakan semaksimal mungkin agar tinggi gelombang tsunami bisa tereduksi dengan baik dan jangkauannya ke darat berkurang.

**Ucapan Terima Kasih**—Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Vulkanologi

dan Mitigasi Bencana Geologi serta Pejabat Pembuat Komitmen yang telah membiayai serta mendukung penelitian, sehingga karya tulis ini dapat dipublikasikan.

#### ACUAN

- Dolan, R., 1975. *Coastal Landform and Bathymetry*. Dalam: National Atlas of United States, Washington DC, Department of Interior, h.78-79.
- IRIS (Incorporated Research Institute for Seismology), 2007. *List of Recent Earthquake for Sulawesi Area, 1964-2007*. <http://www.iris.Washington.edu>, online data.
- Smith, W.H.F. dan Sandwell, D.T., 1996. Global Seafloor Topography from Satellite Altimetry and Ship Depth Soundings. *Science*, 277, h.1957-1962.

Naskah diterima : 30 Januari 2008

Revisi terakhir : 21 Mei 2008